

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H01M 8/06, F02C 3/28, 3/20 F01K 23/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/07392 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. April 1992 (30.04.92)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00781 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. September 1991 (30.09.91) (30) Prioritätsdaten: P 40 32 993.3 15. Oktober 1990 (15.10.90) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-4000 Düsseldorf 1 (DE). K.T.I. Group B.V. [NL/NL]; Brede- water 26, NL-2700 AB Zoetermeer (NL). ASA B.V. [NL/ NL]; Havendijk 177, NL-3114 Schiedam (NL). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : ANKERSMIT, Jan, Hen- drik [NL/NL]; Havendijk 177, NL-3114 EB Schiedam (NL). HENDRIKS, Rudolf [NL/NL]; Julianastraat 10, NL-6881 VN Velp (NL). BLOMEN, Leo, Jozef, Maria, Johannes [NL/NL]; De Savorin Lohmanplants 38, NL- 2253 VP Voorschoten (NL).		(74) Anwälte: MEISSNER, Peter, E. usw. ; Herbertstraße 22, D-1000 Berlin 33 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (euro- päisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Pa- tent), NL (europäisches Patent), NO, RO, SE (europäi- sches Patent), SU*, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelasse-</i> <i>nen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderun-</i> <i>gen eintreffen.</i>

(54) Title: PROCESS AND INSTALLATION FOR THE COMBINED GENERATION OF ELECTRICAL AND MECHANICAL ENERGY

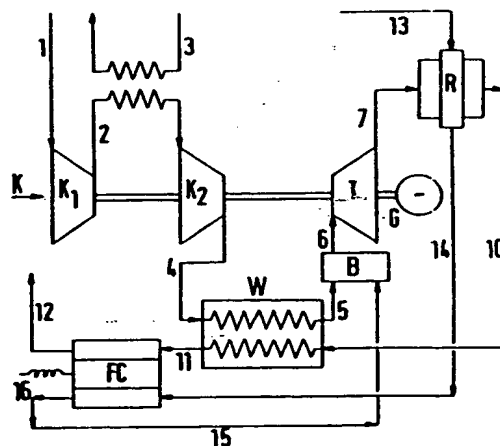
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUR KOMBINIERTEN ERZEUGUNG ELEKTRISCHER UND MECHANISCHER ENERGIE

(57) Abstract

The invention relates to a process for the combined generation of electrical and mechanical energy from the oxidation of fuel, whereby a gas containing hydrogen is generated by the endothermal reaction of hydrocarbon compounds, a part of said gas is burned to provide a combustion gas, a gas containing oxygen is compressed and introduced into the burning stage and the energy from the expansion of the hot combustion gas is generated in at least one gas turbine. In addition, the combustion gas produced is used to heat the endothermal reaction indirectly. According to the invention, at least part of the hydrogen-containing gas produced to generate electrical energy is taken as the anode gas via a fuel cell system and the anode exhaust gas is used to generate the combustion gas.

(57) 7 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kombinierten Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie aus der Oxidation von Brennstoff, wobei ein H₂-haltiges Gas (14) durch endotherme Reaktion von Kohlenwasserstoff-Verbindungen (13) erzeugt wird, ein Teil des H₂-haltigen Gases (15) zur Erzeugung eines Verbrennungsgases (6) verbrannt wird, ein O₂-haltiges Gas (1) komprimiert und in die Verbrennungsstufe eingeleitet wird und die Energie durch Entspannung des heißen Verbrennungsgases (6) in mindestens einer Gasturbine erzeugt wird. Ferner wird das entspannte Verbrennungsgas (7) zur indirekten Beheizung der endothermen Reaktion verwendet. Erfindungsgemäss soll mindestens ein Teil des erzeugten H₂-haltigen Gases (14) zur Erzeugung elektrischer Energie (16) als Anodengas durch ein Brennstoffzellensystem geführt werden, und das Anodenabgas (15) wird zur Erzeugung des Verbrennungsgases benutzt.



+ BESTIMMUNGEN DER "SU"

Die Bestimmung der "SU" hat Wirkung in der Russischen Föderation. Es ist noch nicht bekannt, ob solche Bestimmungen in anderen Staaten der ehemaligen Sowjetunion Wirkung haben.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU+	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Verfahren und Anlage zur kombinierten Erzeugung elektrischer und
mechanischer Energie

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kombinierten Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

In den meisten thermischen Kraftwerken wird zur Erzeugung elektrischer Energie zunächst durch Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kesselanlagen überhitzter Dampf erzeugt, der in Dampfturbinen entspannt und dabei in mechanische Energie umgesetzt wird. Die Dampfturbinen sind mit elektrischen Generatoren gekoppelt, so daß diese mechanische Energie in elektrische umgesetzt wird. Letzteres geschieht mit einem Wirkungsgrad von deutlich über 90 %. Dagegen nimmt sich der Wirkungsgrad der Umsetzung der im eingesetzten Brennstoff chemisch gebundenen Energie in mechanische Energie recht bescheiden aus, da der Turbinenwirkungsgrad selbst bei Großturbinen höchstens etwa 37 % beträgt und auch im Heizkessel noch Verluste in Kauf genommen werden müssen.

In vielen Fällen konnte daher bisher etwa nur 35 % der bei der Verbrennung frei werdenden Wärme effektiv für die Elektrizitätserzeugung genutzt werden, während etwa 65 % als Abwärme verloren gingen oder nur zu reinen Wärmezwecken benutzt werden konnten.

Eine erhebliche Steigerung des mechanischen oder elektrischen Wirkungsgrades hat man in jüngerer Zeit dadurch erzielen können, daß man zur Umsetzung der Wärmeenergie in mechanische Energie eine Kombination von Gasturbinen und Dampfturbinen einsetzt, wobei die heißen Verbrennungsgase zunächst auf Gasturbinen entspannt werden und für die Erzeugung des Dampfes für die Dampfturbinen die Wärme des Abgases dieser Gasturbinen benutzt wird. Zusätzliche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen darin, daß man den aus einer Dampfturbine abströmenden entspannten Dampf jeweils in die Brennkammer der vorgeschalteten Gasturbine zurückleitet und so einen größeren Volumenstrom zum Antrieb der Gasturbine erzeugt. Diese Maßnahmen haben es ermöglicht, den Wirkungsgrad der Umwandlung von thermischer Energie in mechanische Energie bei größeren Anlagen (über 50 MW) in eine Größenordnung von etwa 48 bis 50 % zu bringen.

Aus der EP 0 318 122 A2 ist ein Verfahren und eine Anlage zur Erzeugung mechanischer Energie aus gasförmigen Brennstoffen bekannt, in der die z.B. zur Stromerzeugung nutzbare mechanische Energie nicht zu einem Teil durch eine Dampfturbine sondern allein durch eine Gasturbine abgegeben wird. Diese Gasturbine, die insbesondere für einen Leistungsbereich von 50 - 3000 kW vorgesehen ist, erreicht dabei bezogen auf die eingesetzte thermische Energie (unterer Heizwert) einen Wirkungsgrad von etwa 42 %. Hierzu ist vorgesehen, daß zunächst Verbrennungsluft in einem Kompressor verdichtet wird. Die verdichtete Verbrennungsluft wird dann in einem Abgaswärmetauscher aufgeheizt, über eine erste Gasturbine, die nur den Kompressor antreibt, teilweise entspannt und anschließend einer Brennkammer zugeführt, in der Brennstoff mit dieser Verbrennungsluft verbrannt wird.

Das bei der Verbrennung entstehende heiße Abgas treibt eine zweite Gasturbine an, die die eigentliche nutzbare mechanische Energie liefert. Das von der zweiten Gasturbine abströmende noch heiße Abgas wird dazu benutzt, den Abgaswärmetauscher für die Aufheizung der komprimierten Verbrennungsluft zu betreiben.

In der nicht vorveröffentlichten DE-P 40 03 210.8 wurde von den Anmeldern bereits ein Verfahren zur Erzeugung mechanischer Energie vorgeschlagen, die durch einen elektrischen Generator in elektrische Energie umsetzbar ist. Dieses Verfahren sieht vor, daß ein Ausgangsbrennstoff auf der Basis von Kohlenwasserstoffverbindungen zunächst in einer Dampfreformierung in ein vom energetischen Standpunkt aus höherwertiges H_2 -reiches Gas umgesetzt wird, bevor dieses H_2 -reiche Gas in einer oder mehreren Brennkammern verbrannt wird. Die Verbrennung erfolgt mit Hilfe eines komprimierten O_2 -haltigen Gases (z.B. verdichtete Luft). Das erzeugte heiße Verbrennungsgas wird auf einer Gasturbine, die die nach außen abgebbare mechanische Energie erzeugt, entspannt, kühlt dabei entsprechend ab und wird anschließend zur indirekten Beheizung des Dampfreformers eingesetzt. Das im Dampfreformer weiter abgekühlte Verbrennungsgas wird danach noch zur Erwärmung der verdichteten Verbrennungsluft in einem weiteren indirekten Wärmeaustausch genutzt. Hierdurch erhält die verdichtete Verbrennungsluft so viel Energie, daß sie auf einer Gasturbine vor ihrer Nutzung für die Verbrennung teilweise entspannt werden kann und so die benötigte Antriebsenergie für die Drucklifterzeugung liefert. In einer anderen Variante dieses Verfahrens wird die verdichtete und durch den indirekten Wärmeaustausch erwärmte Verbrennungsluft zunächst in eine Brennkammer geführt und dort mit einem Teil des H_2 -reichen Gases verbrannt, so daß ein noch heißeres Gas zur Entspannung auf der Gasturbine zur Verfügung steht.

Dieses Verfahren ermöglicht es, den Wirkungsgrad bei der Umsetzung der in einem herkömmlichen Brennstoff (z.B. Erdgas oder Biogas) enthaltenen Energie (unterer Heizwert H_u) in mechanische Energie mit vertretbarem Aufwand bei Kleinanlagen (bis ca. 3 MW Leistung) auf mindestens 50 % und bei größeren Anlagen auf mindestens 55 % zu steigern.

Im Regelfall ist bei derartigen Verfahren vorgesehen, die erzeugte mechanische Energie letztlich in elektrischen Strom umzusetzen. In dieser Form ist die Energie nämlich am einfachsten an beliebige Orte mit Energiebedarf transportierbar und kann auf vergleichsweise einfache Weise mit hohem Wirkungsgrad wieder in andere Energieformen (z.B. mechanische oder thermische) zurückverwandelt werden. Auf der anderen Seite ist der Umstand zu sehen, daß in zunehmendem Maße gefordert wird, die Entstehung von CO_2 und sonstigen Schadstoffen (insbesondere NO_x , SO_x) bei der Umsetzung von Brennstoffen in elektrischen Strom oder mechanische Energie deutlich zu vermindern. In bezug auf die Komponente CO_2 kann diese Forderung, wenn man den Aufwand für die Abtrennung von CO_2 aus den entstehenden Abgasen nicht treiben möchte, nur dann realisiert werden, wenn die Umsetzung der im eingesetzten Brennstoff chemisch gebundenen Energie in deutlich effektiverer Weise als bisher vor sich geht. Es besteht also nicht nur aus rein wirtschaftlichen sondern insbesondere auch aus Gründen des Umweltschutzes das Bedürfnis, den Wirkungsgrad der Energieumsetzung weiter zu erhöhen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, das es gestattet, die Umsetzung der in einem Brennstoff chemisch gebundenen Energie (unterer Heizwert H_u) in elektrische und mechanische Energie mit einem Wirkungsgrad von mindestens 60 %, möglichst sogar über 65 %, durchführen zu können.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Dieses Verfahren ist erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Unteransprüche 2 bis 21 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar. Eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens weist die Merkmale des Patentanspruchs 22 auf und läßt sich durch die kennzeichnenden Merkmale der Unteransprüche 23 bis 44 in vorteilhafter Weise ausgestalten.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, einen herkömmlichen Brennstoff durch eine endotherme Reaktion (z.B. Dampfreformierung) zunächst unter Nutzung von Abwärme in einen höherwertigen H_2 -haltigen Brennstoff umzusetzen und dann wenigstens teilweise als Brennstoff in einer Brennstoffzelle zur direkten Erzeugung von elektrischer Energie einzusetzen. Dabei wird ein Großteil des H_2 -Gehaltes durch Oxidation verbraucht. Der verbleibende Restgehalt an H_2 und die sonstigen brennbaren Bestandteile (CO und nicht umgewandelte Kohlenwasserstoffverbindungen) des ursprünglich H_2 -reichen Gases werden dann einer Verbrennung zugeführt. Das zur Verbrennung kommende Gas kann aus einem Gemisch unterschiedlicher im Verfahren gebildeter Gasströme bestehen und zusätzlich durch Anteile des primär eingesetzten Brennstoffs angereichert werden. Die dabei entstehenden heißen Verbrennungsgase werden auf einem Gasturbinensystem entspannt und zur Erzeugung mechanischer oder (bei Ankopplung an einen elektrischen Generator) zusätzlicher elektrischer Energie genutzt. Wesentlich dabei ist, daß die im Verfahren freigesetzte Wärmeenergie durch systematische Nutzung der Abwärmeenergie auf möglichst nutzbringendem Niveau weitgehend in die letztlich angestrebten Energieformen umgesetzt wird. Dies geschieht insbesondere dadurch, daß das auf dem Gasturbinensystem entspannte Verbrennungsgas oder ein Teilstrom dieses Verbrennungsgases zunächst zur Beheizung des Dampfreformierprozesses genutzt und danach noch zur Erwärmung des für die Erzeugung des Verbrennungsgases benötigten komprimierten O_2 -haltigen Gases eingesetzt wird.

Vor der Ableitung der weitgehend abgekühlten Verbrennungsgase in die Umwelt können diese über die Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie hinaus im Sinne einer Kraft/Wärme-Kopplung auch noch für ausgesprochene Heizzwecke (z.B. Beheizung von Gebäuden, Treibhäusern usw.) eingesetzt werden und dadurch die Energienutzung weiter erhöhen. Bezogen auf den unteren Heizwert des eingesetzten Brennstoffs kann der elektrische Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Verfahrens je nach Ausführungsform auf Werte von 60 bis 80 % (typische Werte 65-75 %) gesteigert werden. Die Erfindung ist ausführbar mit einer oder mehreren Gasturbinen, mit einer oder mehreren Dampfreformieranlagen, mit einer oder mehreren Brennstoffzellen und mit einer oder mehreren Brennkammern zur Erzeugung des benötigten Verbrennungsgases. Zusätzlich können auch ein oder mehrere Dampferzeuger und ein oder mehrere Dampfturbinen vorgesehen sein. Gleiche Aggregate können dabei schaltungstechnisch in Serie oder parallel zueinander angeordnet sein. Unter dem Begriff Brennstoffzelle wird in diesem Zusammenhang jede Kombination von zusammengeschalteten Brennstoffzellenelementen verstanden.

Im einzelnen wird die Erfindung anhand der in den Figuren 1 bis 5 dargestellten exemplarischen Ausführungsformen näher erläutert. Die Darstellungen geben jeweils ein Schema einer erfindungsgemäßen Gesamtanlage bzw. eines Ausschnittes daraus wieder.

Die erfindungsgemäße Anlage in Figur 1 weist ein aus zwei Kompressorstufen K1 und K2 bestehendes Kompressorsystem K auf, in dem ein O₂-haltiges Gas (vorzugsweise Luft) auf einen höheren Druck verdichtet wird. Dieses Gas wird durch die Rohrleitung 1 angesaugt und gelangt über die Rohrleitung 2 von der ersten Kompressorstufe K1 in die zweite Kompressorstufe K2.

In die Rohrleitung 2 ist ein Wärmeaustauscher eingeschaltet, der eine Zwischenkühlung des teilverdichteten O_2 -haltigen Gases vornimmt und die entzogene Wärme über einen Kühlkreislauf 3 nach außen abgibt. Die abgegebene Wärme kann bei Bedarf zu Heizzwecken außerhalb des Verfahrens verwendet werden.

Grundsätzlich ist es aber auch möglich, diese Wärme z.B. zur Vorwärmung von Wasser für die Erzeugung von Prozessdampf im Verfahren selbst zu nutzen. Es versteht sich von selbst, daß das Kompressorsystem K auch einstufig oder in mehr als zwei Stufen ausgeführt sein kann.

Das komprimierte O_2 -haltige Gas verläßt die letzte Kompressorstufe K2 über die Rohrleitung 4 und gelangt in einen indirekt beheizten Wärmeaustauscher W. Nach erfolgter Temperaturerhöhung wird das O_2 -haltige Druckgas durch die Rohrleitung 5 in eine Brennkammer B geführt, in der es unter Bildung eines heißen komprimierten Verbrennungsgases mit einem H_2 -haltigen und gegebenenfalls weitere brennbare Bestandteile enthaltenden Gas, welches über die Rohrleitung 15 zugeführt wird, exotherm reagiert. Zusätzlich zu dem H_2 -haltigen Gas kann auch (zumindest zeitweilig) Primärbrennstoff (z.B. Erdgas) mit verbrannt werden. Das heiße Verbrennungsgas verläßt die Brennkammer B über eine Rohrleitung 6 und wird in einer Gasturbine T bis in die Nähe des Betriebsdrucks einer Brennstoffzelle FC entspannt. Die auf der Gasturbine T entstehende mechanische Energie wird zu einem Teil (z.B. über eine mechanische Ankopplung) für den Antrieb des Kompressorsystems K und zum anderen Teil zur Erzeugung von elektrischem Wechselstrom auf dem angekoppelten Generator G genutzt.

Das weitgehend entspannte, aber immer noch heiße Verbrennungsgas wird dann durch die Rohrleitung 7 als Heizmedium in einen indirekt beheizbaren Dampfreformer R geleitet. Der Dampfreformer R ist über die Rohrleitung 13 mit gasförmigen Kohlenwasserstoffen (Primärbrennstoff) und Dampf beschickbar, so daß in ihm ein H_2 -reiches Gas entsteht, welches über die Rohrleitung 14 abgezogen wird. Das im Dampfreformer R weiter abgekühlte Verbrennungsgas besitzt immer noch einen beträchtlichen Wärmeinhalt. Es wird daher über die Rohrleitung 10 in den Wärmeaustauscher W geführt und bewirkt dort die bereits erwähnte Temperaturerhöhung des auf erhöhtem Druck befindlichen O_2 -haltigen Gases. Danach kann das Verbrennungsgas abgeleitet werden.

Selbstverständlich kann dabei auch noch eine Nutzung der restlichen Wärmeenergie (z.B. für Prozeßwasservorwärmung oder Gebäudeheizung) erfolgen. Im vorliegenden Beispiel ist eine andere Nutzung vor der endgültigen Ableitung vorgesehen. Diese erfordert es, daß die Verbrennung in der Brennkammer B mit einem Überschuß an O_2 erfolgt. Das weitgehend abgekühlte Verbrennungsgas kann nämlich über die Rohrleitung 11 als Kathodengas der Brennstoffzelle FC zugeführt werden und deren O_2 -Bedarf decken. Erst danach erfolgt die Ableitung durch die Rohrleitung 12.

Das von der Brennstoffzelle FC als Brennstoff benötigte H_2 -reiche Gas wird durch die Rohrleitung 14 dem Anodenraum der Brennstoffzelle FC zugeführt. Durch den elektrochemischen Oxidationsprozeß in der Brennstoffzelle FC entsteht ein elektrischer Gleichstrom, der über die Leitung 16 nach außen abgegeben wird und bei Bedarf durch einen nicht dargestellten elektrischen Wechselrichter in Wechselstrom umgesetzt werden kann. Der Gleichstrom kann auch direkt dem Generator G zugeführt werden.

Da in der Brennstoffzelle FC stets nur ein Teil des H_2 -Gehaltes des H_2 -reichen Gases umgesetzt wird und noch weitere brennbare Gasbestandteile (z.B. CO und nicht umgewandelte Kohlenwasserstoffe) enthalten sein können, wird das Anodenabgas aus der Brennstoffzelle FC durch die Rohrleitung 15 als Brennstoff der Brennkammer B zugeführt. Zusätzlich kann der Brennkammer B auch noch ein Teil des Primärbrennstoffs unmittelbar, also ohne vorherige Umsetzung durch eine endotherme Reaktion zugeführt werden, um den Wärmebedarf zu decken. Dies ist insbesondere für das Anfahren des Prozesses sinnvoll und kann auch die Regelung vereinfachen. Um das Anodenabgas auf den in der Brennkammer B benötigten Druck zu bringen, kann in der Rohrleitung 15 ein nicht dargestellter Verdichter vorgesehen sein. Man könnte aber auch den Reformer R mit einem geeigneten Überdruck in dessen Reaktionsraum betreiben, so daß das Anodengas in der Rohrleitung 14 bereits mit ausreichendem Druck zur Verfügung steht. Dies erfordert jedoch an der Brennstoffzelle FC bauliche Vorkehrungen, die einen entsprechenden Druckunterschied zwischen Anoden- und Kathodenraum zulassen.

Der Betrieb der Brennstoffzelle FC erfolgt vorzugsweise so, daß der verbleibende Heizwert des Anodenabgases ausreicht, um die Beheizung des Dampfreformers R sicherzustellen und über den Bedarf an Antriebsenergie für das Kompressorsystem K hinaus mechanische Energie auf der Gasturbine T erzeugen zu können. Die abgasseitig am Ende des Verfahrens vorgenommene Anordnung des Brennstoffzellensystems FC ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der zum Einsatz kommende Brennstoffzellentyp mit relativ niedrigen Betriebstemperaturen arbeitet. Besonders geeignet sind Brennstoffzellen mit Elektrolyten auf der Basis Phosphorsäure (PAFC), Alkali (AFC) oder Festpolymer (SP(E)FC).

In den Figuren 2 bis 5 sind weitere schematische Ausführungsformen der Erfindung dargestellt, die im grundsätzlichen mit der Ausführung in Figur 1 übereinstimmen.

Funktionsgleiche Anlagenteile sind daher mit den gleichen Bezugszeichen versehen worden. Im folgenden braucht daher lediglich auf die Änderungen näher eingegangen zu werden.

In Figur 2 sind zwei Gasturbinen vorgesehen, von denen die erste Gasturbine KT ausschließlich für den Antrieb des Kompressorsystems K zuständig ist, während die zweite Gasturbine T die nach außen abgebbare mechanische Energie erzeugt. Grundsätzlich ist es auch bei einer solchen Aufgabenteilung unter den Gasturbinen KT und T im Gegensatz zur gezeigten Darstellung möglich, diese auf eine gemeinsame Welle zu setzen. Ein wesentlicher Unterschied zur Figur 1 besteht darin, daß die Brennkammer B erst hinter der Kompressorantriebsturbine KT angeordnet ist. Die Kompressorantriebsturbine KT wird daher allein durch die teilweise Entspannung der im Wärmeaustauscher W ausreichend hoch erhitzten verdichteten Verbrennungsluft angetrieben. Ein weiterer Unterschied ist darin zu sehen, daß die Brennstoffzelle FC nicht am abgasseitigen Ende des Verfahrens angeordnet ist. Das Verbrennungsgas wird nämlich über die Rohrleitung 10d unmittelbar nach Verlassen des Heizraumes des Dampfreformers R in den Kathodenraum des Brennstoffzellensystems FC geführt. Erst danach gelangt es durch eine Rohrleitung 12a zur indirekten Erwärmung der komprimierten Verbrennungsluft in den Wärmeaustauscher W. Diese Anordnung wird für Brennstoffzellentypen mit höherer Betriebstemperatur bevorzugt (z.B. bei Schmelzkarbonat- (MCFC) oder Festoxidbrennstoffzellen (SOFC)).

Die Verfahrensvariante in Figur 3 weist wie die in Figur 2 zwei getrennte Gasturbinen KT und T auf. Die Verbrennung der brennbaren Bestandteile des Anodenabgases des Brennstoffzellensystems FC findet jedoch in zwei Brennkammern B1 und B2 statt, die jeweils unmittelbar vor einer der beiden Gasturbinen KT und T angeordnet sind.

Da durch die Brennkammer B1 das auf der Kompressorantriebsturbine KT entspannbare Druckgas, das den Gesamtbedarf an O_2 für das Verfahren deckt, auf ein deutlich höheres Energieniveau angehoben werden kann, als dies praktisch möglich ist, wenn die Temperaturerhöhung allein durch den indirekten Wärmeaustausch im Wärmeaustauscher W erfolgt, kann auch diese Gasturbine KT zur Erzeugung mechanischer oder elektrischer Energie mit herangezogen werden. In der Darstellung ist daher ein zusätzlicher elektrischer Generator GK (gestrichelt dargestellt) an die Kompressorantriebsturbine KT angekoppelt.

Eine weitere mögliche Abwandlung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in der Nutzung nicht nur mehrerer Gasturbinen und Brennkammern sondern auch mehrerer Dampfreformer. Diese können z.B. parallel geschaltet sein. Besonders vorteilhaft ist jedoch ihre Schaltung in Serie, wie dies in Figur 3 in gestrichelter Form dargestellt ist. Der erste Dampfreformer R1 ist unmittelbar hinter die Kompressorantriebsturbine KT geschaltet. Das aus dem Heizraum des Dampfreformers R1 ausströmende abgekühlte Verbrennungsgas, das noch einen erheblichen O_2 -Gehalt aufweist, wird über die Rohrleitung 8 in die zweite Brennkammer B2 eingeleitet. In dieser Brennkammer B2 wird ein Teilstrom 15b des durch die Rohrleitung 15 abgezogenen Anodenabgases verbrannt, während der andere Teilstrom 15a in der ersten Brennkammer B1 verbrannt wird. Durch den Verbrennungsvorgang in der zweiten Brennkammer B2 entsteht ein heißer Strom von Verbrennungsgas, der gegenüber dem aus der ersten Brennkammer B1 ausströmenden Verbrennungsgas einen entsprechend größeren Mengenstrom darstellt.

Er wird durch die Rohrleitung 9 zur Gasturbine T geführt und bis oberhalb des vorgesehenen Betriebsdruck der Brennstoffzelle FC entspannt und durch die Rohrleitung 10 weitergeführt. Das Verbrennungsgas wird dann aber nicht durch das Rohrleitungsstück 10a der Leitung 10 geführt, sondern gelangt über die gestrichelt gezeichnete Rohrleitung 10c in den Heizraum des zweiten Dampfreformers R2 und nach Wärmeabgabe über die Rohrleitung 10d in das Rohrleitungsstück 10b der Leitung 10 zurück. Diese Leitung 10 führt wie in Figur 1 unmittelbar zum Wärmeaustauscher W. Die Versorgung des Dampfreformers R2 mit gasförmigen Kohlenwasserstoffen und Dampf erfolgt über die gestrichelt gezeichnete Rohrleitung 13a. Das im Dampfreformer R2 entstandene H_2 -reiche Gas wird durch die Rohrleitung 14a zur Leitung 14 geführt und gelangt über das Rohrleitungsstück 14b zusammen mit dem im Dampfreformer R1 gebildeten H_2 -reichen Gas zum Anodenraum des Brennstoffzellensystems FC, das selbstverständlich aus mehreren einzelnen Brennstoffzellen bestehen kann.

Die Darstellung in Figur 3 enthält noch zwei weitere Ausgestaltungen des Verfahrens, die in manchen Fällen vorteilhaft sein können. So kann beispielsweise das H_2 -reiche Gas vor der Zuführung zur Brennstoffzelle FC zur Erhöhung des H_2 -Gehaltes noch einer CO/H_2 -Shiftreaktion in einem oder mehreren Reaktoren S unterzogen werden. Dies ist eine exotherme Reduktion, wobei durch die Umsetzung von CO mit Wasserdampf zu CO_2 und H_2 eine Erhöhung des H_2 -Anteiles bewirkt wird. Darüber hinaus ist es sinnvoll, bei Brennstoffzellen, die gegen bestimmte Gaskomponenten (z.B. CO) empfindlich sind, eine entsprechende Gasreinigung P vorzusehen (z.B. mittels Membranen oder Druckwechseladsorption PSA). Eine solche Gasreinigung ist auch zur Steigerung des Brennstoffzellenwirkungsgrades vorteilhaft. Das abgetrennte Gas wird, was in Figur 3 nicht dargestellt ist, sofern es brennbare Komponenten enthält, vorzugsweise den Brennkammern B1 und B2 direkt zugeführt.

In Figur 4 ist die Erfindung in einer Ausführungsform schematisch dargestellt, die einen zusätzlichen Dampfturbinenprozeß zur Energieerzeugung mit einschließt und dadurch eine wesentliche Steigerung des Gesamtwirkungsgrades der Umsetzung der im eingesetzten Primärbrennstoff gebundenen Energie (unterer Heizwert) in mechanische und elektrische Energie bis in eine Größenordnung von 70-80 % ermöglicht. Im Unterschied zu Figur 3 erfolgt die Kompression der Verbrennungsluft im Kompressorsystem K ohne eine Zwischenkühlung, also nur einstufig. Um dennoch eine möglichst hohe Verdichtung bei der Kompression zu erreichen, ist es vorteilhaft, durch die Rohrleitung 1 bereits vorgekühlte Luft anzusaugen. Weiterhin ist in die Rohrleitung 14b, in der die in den Dampfreformern R1 und R2 erzeugten H_2 -reichen Gasströme (Leitungen 14 und 14a) zusammengeführt sind, ein Wärmeaustauscher W1 eingeschaltet, der einen indirekten Wärmeaustausch der Wärme des H_2 -reichen Gases zur Vorwärmung des durch die Rohrleitungen 15 (von der Brennstoffzelle FC) und 17 (von der Gasreinigung P) herangeführten brennbaren, H_2 enthaltenden Gases bewirkt, das durch die Rohrleitung 15a und 15b den Feuerräumen der Dampfreformer R1 und R2 zugeleitet wird.

Figur 4 unterscheidet sich von Figur 3 außerdem durch zwei Dampferzeuger D_1 und D_2 , in denen durch indirekten Wärmeaustausch mit dem heißen Verbrennungsgas Frischdampf erzeugt wird, der mit Vorteil zur Erzeugung des Kohlenwasserstoff/Dampf-Gemisches (Reformereinsatzmaterial) verwendbar ist (zeichnerisch nicht dargestellt). Als weitere sinnvolle Verwendungsmöglichkeiten für den erzeugten Dampf sind die Turbinenschaufelkühlung und die Einleitung von Dampf in die Brennkammer B1 und B2 zur Vergrößerung des Massenstroms anzusehen.

Während der Dampferzeuger D_1 in die Rohrleitungen 11 und 11a eingeschaltet ist und das Verbrennungsgas etwa auf die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle FC abkühlt, ist der Dampferzeuger D_2 in die Rohrleitung 12c eingebaut, durch die nur ein Teil des Kathodenabgases (Leitung 12a) geführt wird. Der andere Teil des Kathodenabgases gelangt in einem Nebenstrom durch die Rohrleitung 12b als Heizmedium in einen indirekt beheizten Luftvorwärmer LW_2 und wird danach wieder in die Rohrleitung 12c geführt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung reicht der O_2 -Gehalt im Verbrennungsabgas in der Regel nämlich nicht mehr aus, um die Versorgung des Brennstoffzellensystems FC mit Kathodengas allein zu gewährleisten. Daher wird zusätzlich noch ein Strom frischer Luft durch die Rohrleitung 18 in den Kathodenraum des Brennstoffzellensystems FC geführt. Um diesen Zusatzluftstrom, der durch einen Verdichter V auf Betriebsdruck gebracht wird, etwa auf Betriebstemperatur des Brennstoffzellensystems FC zu erwärmen, ist außer dem Luftvorwärmer LW_2 noch ein Luftvorwärmer LW_1 vorgesehen, der heizseitig in die Leitung 12 eingeschaltet ist, durch die das weitestgehend abgekühlte Verbrennungsgas abgeleitet wird.

Diese Abwandlungen der Erfindung könnten auch im Rahmen der Ausführungsformen gemäß Figuren 1-3 angewendet werden. Einen wesentlichen Fortschritt im Hinblick auf einen möglichst hohen Wirkungsgrad der Energieumwandlung erzielt man jedoch insbesondere durch die zusätzliche Einbeziehung eines Dampfturbinenprozesses in das erfindungsgemäße Verfahren. In Figur 4 ist die dafür im wesentlichen vorgesehene anlagentechnische Ergänzung durch eine strichpunktierte Linie eingerahmt und hervorgehoben worden.

Bevor das in der Regel auf nahezu Umgebungsdruck entspannte Verbrennungsgas nach Durchlaufen des Dampferzeugers D_2 bzw. des Luftvorwärmers LW_2 in den Luftvorwärmer LW_1 eintritt, wird es in einer Trennanlage MD (z.B. Membransieb) in zwei verschiedene Teilströme aufgespalten, nämlich in einen echten Abgasstrom, der durch die Leitung 12 abgeleitet wird, und in einen Dampfstrom, der aus der Trennanlage MD durch die separate Leitung 23 abgeleitet wird. Wesentlich ist es, daß dieses Trennaggregat MD den im Verbrennungsgas enthaltenen Wasseranteil nicht in flüssiger Form (wie beispielsweise mittels Kondensator) sondern dampfförmig abtrennt. Dieser Dampf wird wegen seines niedrigen Drucks durch einen entsprechenden Niederdruck-Dampfeingang auf eine Dampfturbine TD gegeben und dort auf Unterdruck entspannt. Dies wird dadurch ermöglicht, daß der an die Dampfturbine TD über die Leitung 19 angeschlossene Kondensator C unter Vakuum betrieben wird. Ohne eine Abtrennung der gasförmigen Bestandteile des Verbrennungsgasstroms im Trennaggregat MD wäre das erforderliche Vakuum im Kondensator nicht in technisch und wirtschaftlich sinnvoller Weise aufrechtzuerhalten.

Die Dampfturbine TD wird außerdem über die Leitung 22b mit Dampf höheren Drucks beaufschlagt. Dieser Dampf wird erzeugt im Rahmen der Kühlung des Brennstoffzellensystems FC, die in den anderen Figuren nicht gesondert dargestellt und erläutert wurde. Als Kühlflüssigkeit wird dafür ein Teil des im Kondensator C erzeugten Kondensates verwendet, das über die Leitung 20 und die Leitung 22a dem Kühlsystem des Brennstoffzellensystems FC zugeführt wird. Überschüssiges Kondensat kann durch die Leitung 21 abgezogen und beispielsweise zur Dampferzeugung in den Dampferzeugern D_1 und D_2 oder als wertvolles entmineralisiertes Wasser in anderen Prozessen verwendet werden. Da das erfindungsgemäße Verfahren auf einer fortlaufenden Oxidation von H_2 zu H_2O beruht, wird zwangsläufig ein Überschuß an Wasser und somit ein wertvolles Nebenprodukt erzeugt.

Die durch die Entspannung des Niederdruckdampfs und des Dampfs höheren Drucks entstehende mechanische Energie wird im vorliegenden Fall durch den an die Dampfturbine TD angekoppelten elektrischen Generator GD in Wechselstrom umgesetzt. Selbstverständlich können die beiden Generatoren GD und G körperlich in einem Aggregat zusammengefaßt oder mechanisch miteinander gekoppelt sein.

Der in den Dampferzeugern D_1 und D_2 produzierte Dampf wird zweckmäßigerweise insbesondere zur bereits erwähnten Turbinenschaufelkühlung und Einleitung in die Brennkammern B1 und B2 (auch zur Regelung der Temperatur des Verbrennungsgases) eingesetzt. Es sind selbstverständlich auch Verwendungen des erzeugten Dampfes außerhalb des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar. Allerdings wird in einem solchen Fall zwangsläufig der Anteil der in mechanische oder elektrische Energie umgesetzten chemisch gebundenen Energie des Primärbrennstoffs verringert.

In den in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsformen wurde stets davon ausgegangen, daß das Kathodenabgas (z.B. beim Typ PAFC) den im Brennstoffzellensystem FC entstehenden H_2O -Anteil enthält. Das muß aber nicht immer der Fall sein. Figur 5 zeigt daher in einem entsprechenden Ausschnitt aus einem Gesamtanlagenschema eine Variante, bei der das Brennstoffzellensystem auf der Basis eines alkalischen Elektrolyten (AFC) arbeitet. In diesem Fall wird zwar auch wieder über eine Leitung 14 ein H_2 -reiches Gas dem Anodenraum zugeführt. Der in der Brennstoffzelle FC gebildete Wasserdampfanteil verläßt diese aber im Anodenabgas durch die Leitung 15. Zur Gewinnung des Dampfes ist daher an die Leitung 15 ein Trennaggregat MD_2 angeschlossen. Der abgetrennte Dampf kann durch die Leitung 23b beispielsweise wiederum auf einer nicht dargestellten Dampfturbine entspannt werden, während der gasförmige Teil über die Leitung 15c zur Nutzung seiner brennbaren Bestandteile den (nicht dargestellten) Brennkammern zugeführt wird.

Da das Verbrennungsgas aus den Brennkammern Bestandteile enthält, die die Lebensdauer alkalischer Brennstoffzellen erheblich beeinträchtigen, wird dieses Verbrennungsgas zweckmäßigerweise nicht als Kathodengas zur O_2 -Versorgung der Brennstoffzelle FC verwendet. Hierfür wird sinnvollerweise Frischluft eingesetzt, die im Verdichter V auf Betriebsdruck verdichtet und im Luftvorwärmer LW mit Hilfe der im Verbrennungsgas enthaltenen Wärme auf indirektem Wege vorgewärmt wird. Der Verdichter V und der Luftvorwärmer LW sind in die Luftzufuhrleitung 18 eingeschaltet. Um den im Verbrennungsgas enthaltenen Wasserdampfanteil nutzen zu können, kann zwischen den Rohrleitungsteilsträngen 11 und 12 ein entsprechendes Trennaggregat MD₁ (z.B. Membransieb) angeordnet sein. Der abgetrennte Dampf wird über die Rohrleitung 23a abgezogen und z.B. auf einer Dampfturbine entspannt.

Die Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens wird an dem folgenden Ausführungsbeispiel deutlich, das sich auf eine Anlagenkonfiguration bezieht, wie sie in Figur 4 dargestellt ist, so daß sich eine nochmalige Schilderung der Einzelheiten weitestgehend erübrigt. Zu erwähnen ist allerdings, daß das eingesetzte Kohlenwasserstoff/Wasserdampf-Gemisch im Wärmeaustauscher W auf Vorwärmtemperatur für die Dampfreformer R1 und R2 aufgewärmt wurde. Diese zweckmäßige Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 4 nicht gesondert dargestellt worden. Durch die Leitung 1 wurde dem Kompressor K bereits vorgekühlte Luft zugeführt. Der im Dampferzeuger D₁ erzeugte Dampf wurde teilweise zur Schaufelkühlung der Kompressorantriebsturbine KT eingesetzt und teilweise der Brennkammer B1 zugeführt. Entsprechend wurde der im Dampferzeuger D₂ erzeugte Dampf teilweise zur Schaufelkühlung der Gasturbine T genutzt bzw. in die zweite Brennkammer B2 geleitet. Ein weiterer Teil des erzeugten Dampfes diente als Einsatzmaterial für die beiden Dampfreformer R1 und R2. Der Verfahrensablauf ergibt sich aus der nachfolgenden tabellarischen Aufstellung der wesentlichen Prozeßparameter:

Eingesetzter Brennstoff:

Erdgas

(überwiegend CH_4)

Kompressor K:

Einlaß-Temperatur	4 °C
Auslaß-Temperatur	160 °C
Auslaßdruck	4 bar

Wärmeaustauscher W:

Temperaturanstieg der Verbrennungsluft	405 K
Temperaturabfall des Verbrennungsgases	305 K

Brennkammer B1:

Temperaturanstieg durch Verbrennung	685 K
-------------------------------------	-------

Kompressor-Antriebsturbine KT:

Einlaß-Temperatur	1250 °C
Druckverhältnis über Turbine	1,45
Auslaß-Temperatur	1150 °C

Reformer R1:

Einlaß-Temperatur des überhitzten Kohlenwasserstoff/Dampf-Gemisches	550 °C
Auslaß-Temperatur des Verbrennungsgases	610 °C
Auslaß-Temperatur des H_2 -reichen Gases	720 °C

Brennkammer B2:

Temperaturanstieg durch Verbrennung	595 K
-------------------------------------	-------

Gasturbine T:

Einlaß-Temperatur	1205 °C
Druckverhältnis	2,47
Auslaß-Temperatur	980 °C

Dampfreformer R2:

Einlaß-Temperatur des Kohlenwasserstoff/ Dampf-Gemisches	550 °C
Auslaß-Temperatur des Verbrennungsgases	610 °C
Auslaß-Temperatur des H ₂ -reichen Gases	720 °C

Dampferzeuger D₁:

Wassereintrittstemperatur	15 °C
Dampfaustrittstemperatur	290 °C
Dampfdruck	4,5 bar
Temperaturabfall des Verbrennungsgases	130 K

Brennstoffzelle:

Typ PAFC

Kathodengaseintrittstemperatur	175 °C
Kathodengasaustrittstemperatur	200 °C
Anodengaseintrittstemperatur	175 °C
Anodengasaustrittstemperatur	200 °C
Kühlung der Brennstoffzelle durch Erzeugung von Hochdruckdampf	

Lufterhitzer LW₂:

Eintrittstemperatur der Luft	15 °C
Temperaturanstieg der Luft	160 K
Temperaturabfall des Verbrennungs- gasteilstroms	150 K

Dampferzeuger D₂:

Wassereintrittstemperatur	15 °C
Dampfaustrittstemperatur	185 °C
Dampfdruck	3 bar
Temperaturabfall Verbrennungsgasteilstrom	100 K

Dampfturbine TD:

Hochdruckdampfeintrittstemperatur	165 °C
Hochdruckdampfeintrittsdruck	6,5 bar
Niederdruckdampfeintrittstemperatur	100 °C
Niederdruckdampfeintrittsdruck	1 bar
Kondensatordruck	0,15 bar

Elektrische Leistungen:

Generator G der Gasturbine T	1860 kW _{el}
Generator GD der Dampfturbine TD	1935 kW _{el}
Brennstoffzelle FC	16375 kW _{el}

Elektrischer Wirkungsgrad auf der
Basis des unteren Heizwertes:

75,2 %

Im Vergleich zu bekannten Verfahren zur Erzeugung elektrischer oder mechanischer Energie aus fossilen Brennstoffen hat das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur einen erheblich höheren Wirkungsgrad und setzt dementsprechend beträchtlich weniger CO₂ bezogen auf die elektrische Leistung frei, sondern liefert darüberhinaus auch ein Abgas mit minimalem Gehalt an Stickoxiden. Außerdem fällt als Nebenprodukt hochwertiges Prozeßwasser an, das für anderweitige Zwecke eingesetzt werden kann.

Von besonderem Vorteil ist es dabei, daß die Aggregatekombination "Brennkammer/Turbine/Reformer", die in den Figuren 3 und 4 jeweils doppelt (seriell geschaltet) vorgesehen ist, jeweils praktisch baugleich und in ein Gehäuse integriert ausgeführt werden kann, so daß trotz einer relativ komplizierten Gesamtschaltung letztlich doch eine vergleichsweise einfache und kostengünstige Ausführung einer erfindungsgemäßen Anlage möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kombinierten Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie aus der Oxidation von Brennstoff unter Anwendung folgender Verfahrensschritte:
 - Erzeugung eines H_2 -haltigen Gases durch endotherme Reaktion von Kohlenwasserstoffverbindungen in mindestens einer Stufe bei indirekter Beheizung der endothermen Reaktion,
 - Einleitung eines Teils des H_2 -haltigen Gases in mindestens eine Verbrennungsstufe zur Erzeugung eines heißen, erhöhten Druck aufweisenden Verbrennungsgases,
 - Komprimierung eines O_2 -haltigen Gases,
 - Erwärmung des komprimierten O_2 -haltigen Gases durch indirekten Wärmeaustausch,
 - Einleitung des komprimierten, erwärmten O_2 -haltigen Gases in die Verbrennungsstufe bzw. -stufen,
 - Erzeugung mechanischer Energie durch mindestens teilweise Entspannung des heißen Verbrennungsgases in mindestens einer Gasturbine,
- Nutzung des mindestens teilweise entspannten Verbrennungsgases oder eines Teilstroms dieses Verbrennungsgases für die indirekte Beheizung der Stufe bzw. Stufen der endothermen Reaktion,

- Nutzung des in mindestens einer Stufe der endothermen Reaktion teilweise abgekühlten Verbrennungsgases zur Erwärmung des komprimierten O_2 -haltigen Gases,
- Bereitstellung der Antriebsenergie für die Kompression des O_2 -haltigen Gases durch teilweise Entspannung des bereits erwärmten O_2 -haltigen Gases auf einer Kompressorantriebsturbineneinheit oder durch Entnahme eines Teils der erzeugten mechanischen Energie,

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Verfahrensschritte

- Mindestens ein Teil, insbesondere die Gesamtmenge des in der endothermen Reaktion erzeugten H_2 -haltigen Gases wird zunächst unter Erzeugung elektrischer Energie als Anodengas durch ein Brennstoffzellensystem geführt,
- das einen Restgehalt an H_2 enthaltende Anodenabgas des Brennstoffzellensystems wird zur Erzeugung des einen erhöhten Druck aufweisenden Verbrennungsgases benutzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des einen erhöhten Druck aufweisenden Verbrennungsgases mit O_2 -Überschuß erfolgt und daß das Verbrennungsgas vor oder nach der Abgabe von Wärme an das komprimierte O_2 -haltige Gas als Kathodengas dem Brennstoffzellensystem zugeführt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Erzeugung des einen erhöhten Druck aufweisenden
Verbrennungsgases in mindestens zwei Stufen erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß nach jeder Verbrennungsstufe eine mindestens teilweise
Entspannung des Verbrennungsgases auf einer der Gasturbinen
stattfindet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das mindestens teilweise entspannte Verbrennungsgas hinter
einer Gasturbine jeweils zur indirekten Beheizung einer Stufe der
in mehreren getrennten Stufen erfolgenden endothermen Reaktion
benutzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in den verschiedenen Stufen der endothermen Reaktion
erzeugten Teilmengen des H_2 -haltigen Gases gesammelt und dann dem
Anodenraum des Brennstoffzellensystems zugeführt werden.
- ~~7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,~~
dadurch gekennzeichnet,
daß das erzeugte H_2 -haltige Gas vor der Zuführung zum
Brennstoffzellensystem einer CO/H_2 -Shiftreaktion unterzogen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß das erzeugte H_2 -haltige Gas vor der Zuführung zum
Brennstoffzellensystem einer Reinigung unterzogen wird, in der
Gaskomponenten abgetrennt werden, und daß die abgetrennten,
brennbare Bestandteile enthaltenden Gaskomponenten bei der
Erzeugung des Verbrennungsgases mit genutzt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei der Erzeugung des Verbrennungsgases zusätzlich
Primärbrennstoff, insbesondere Erdgas, eingesetzt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Restwärme des Kathodenabgases des Brennstoffzellensystems
für Heizzwecke, die von der Erzeugung mechanischer oder
elektrischer Energie unabhängig sind, genutzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß das in dem Brennstoffzellensystem und/oder bei der Erzeugung
des Verbrennungsgases gebildete Wasser aus dem
Brennstoffzellenabgas (Kathoden- oder Anodenabgas) und/oder aus dem
Verbrennungsgas mindestens zu einem Teil abgetrennt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abtrennung des Wassers in Form von Wasserdampf erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Brennstoffzellensystem unter Erzeugung von Wasserdampf
gekühlt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wasserdampf zur Arbeitsleistung in einem
Dampfturbinenprozeß eingesetzt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Wasserdampf nach Entspannung im Dampfturbinenprozeß auf
einen unter Umgebungsdruck liegenden Druck zur Gewinnung von
Prozeßwasser kondensiert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Teil der im Verbrennungsgas enthaltenen Wärme zur
Erzeugung von Wasserdampf durch indirekten Wärmeaustausch benutzt
wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Teil des Wasserdampfs zur
Turbinenschaufelkühlung eingesetzt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Teil des Wasserdampfs in den Verbrennungsraum
geführt wird, in dem das Verbrennungsgas erzeugt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Teil des Wasserdampfs als Einsatzmaterial für die als
Dampfreformierung ablaufende endotherme Reaktion der
Kohlenwasserstoffe benutzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die erzeugte mechanische Energie durch ein Generatorsystem in
elektrischen Wechselstrom umgesetzt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der im Brennstoffzellensystem erzeugte elektrische Gleichstrom
in Wechselstrom umgesetzt wird.
22. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,
 - mit einem Kompressorsystem (K) zur Verdichtung von
 O_2 -haltigem Gas,
 - mit einem Wärmetauscher (W) zur indirekten Erwärmung des
verdichteten O_2 -haltigen Gases,
 - mit mindestens einer Brennkammer (B, B1, B2) zur mindestens
teilweisen Verbrennung eines H_2 enthaltenden Gases,
 - mit einem aus mindestens einer Gasturbine (KT, T) bestehenden
Gasturbinensystem, das mechanische Energie zur Nutzung
außerhalb der Anlage und die Antriebsenergie für das
Kompressorsystem (K) liefert.

- mit einem Rohrleitungssystem (5, 6), durch welches das erwärmte O_2 -haltige Druckgas unmittelbar und/oder mittelbar nach Durchlaufen mindestens einer der Brennkammern (9, 31, 32) in Form von heißem Verbrennungsgas der oder den Gasturbinen (KT, T) zuführbar ist,
- mit mindestens einem Reaktor für eine endotherme Reaktion (R, R1, R2) zur Erzeugung eines H_2 -reichen Gases, der indirekt durch das heiße Abgas einer Gasturbine (KT, T) beheizbar ist, ferner
- mit einem Rohrleitungssystem (15, 15a, 15b, 15c), durch welches das H_2 -enthaltende Gas der oder den Brennkammern (B, B1, B2) zuführbar ist, und
- mit einem Rohrleitungssystem (10, 10a, 10b, 10c, 10d), durch welches das Turbinenabgas unmittelbar oder nach Wärmeabgabe in mindestens einem Reaktor (R, R1, R2) dem Wärmeaustauscher (W) für die Erwärmung des verdichteten O_2 -haltigen Gases zuführbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Rohrleitungssystem (14, 14a, 14b) vorgesehen ist, durch welches das H_2 -reiche Gas dem Anodenraum eines Brennstoffzellensystems (FC) zuführbar ist, und daß der Ausgang des Anodenraums für das H_2 -enthaltende Gas (Anodenabgas) an das zu der oder den Brennkammern (B, B1, B2) führende Rohrleitungssystem (15, 15a, 15b, 15c) angeschlossen ist.

23. Anlage nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Rohrleitungssystem (10d) vorgesehen ist, durch welches
Turbinenabgas von mindestens einem Reaktor (R) als O₂-haltiges Gas
dem Kathodenraum des Brennstoffzellensystems (FC) zuführbar ist.
24. Anlage nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Rohrleitungssystem (11, 11a) vorgesehen ist, durch welches
Turbinenabgas von dem Wärmeaustauscher (W) als O₂-haltiges Gas dem
Kathodenraum des Brennstoffzellensystems (FC) zuführbar ist.
25. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Kompressorsystem (K) aus mindestens zwei Kompressorstufen,
(K1, K2) besteht und zwischen den Kompressorstufen (K1, K2) ein
Zwischenkühler geschaltet ist.
26. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß sowohl eine separate Gasturbine (KT) für den Antrieb des
Kompressorsystems (K) als auch mindestens eine davon getrennte
Gasturbine (T) zur Erzeugung der nach außen abgebbaren mechanischen
Energie vorgesehen sind.
27. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine einzige Gasturbine (T) für den Antrieb des
Kompressorsystems (K) und die Erzeugung der nach außen abgebbaren
mechanischen Energie vorgesehen ist.

28. Anlage nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet,
daß das verdichtete O_2 -haltige Gas durch eine Rohrleitung (5)
unmittelbar vom Wärmeaustauscher (W) zur Kompressorantriebsturbine
(KT) führbar ist.
29. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
daß unmittelbar vor jeder Gasturbine (KT, T) jeweils eine
Brennkammer (B1, B2) angeordnet ist.
30. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 29,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasturbinen (KT, T) hinsichtlich des Durchlaufs des
Verbrennungsgases in Serie geschaltet sind.
31. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 30,
dadurch gekennzeichnet,
daß in das Rohrleitungssystem (14, 14b) für die Zuleitung des
 H_2 -reichen Gases zum Anodenraum des Brennstoffzellensystems (FC)
mindestens ein CO/H_2 -Shiftreaktor (S) eingeschaltet ist.
32. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 31,
dadurch gekennzeichnet,
daß in das Rohrleitungssystem (14, 14b) für die Zuleitung des
 H_2 -reichen Gases zum Anodenraum des Brennstoffzellensystems (FC)
mindestens eine Gasreinigungsanlage (P) eingeschaltet ist.

33. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 32,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Gasturbine (T) zur Erzeugung der nach außen abgebbaren
mechanischen Energie mit einem elektrischen Generator (G) gekoppelt
ist.
34. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 33,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Brennstoffzellensystem (FC) mit einem Wechselrichter zur
Erzeugung von elektrischem Wechselstrom gekoppelt ist.
35. Anlage nach Anspruch 33,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Brennstoffzellensystem (FC) mit dem Generator (G)
elektrisch gekoppelt ist.
36. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 35,
dadurch gekennzeichnet,
daß in die Rohrleitung (12, 12a, 15), durch die das Kathoden- bzw.
Anodenabgas mit dem in dem Brennstoffzellensystem (FC) gebildeten
Wasser geführt wird, eine Trennvorrichtung (MD, MD₂) eingeschaltet
ist, durch die das gebildete Wasser dampfförmig von dem Abgas
abtrennbar ist.
37. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 36,
dadurch gekennzeichnet,
daß in die das Verbrennungsgas führende Rohrleitung (11, 12) eine
Trennvorrichtung (MD₁) eingeschaltet ist zur Abtrennung des im
Verbrennungsgas enthaltenen Wassers in Dampfform.

38. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 37,
dadurch gekennzeichnet,
daß in das das Verbrennungsgas führende Rohrleitungssystem
(11, 11a, 12, 12a, 12c) mindestens ein Dampferzeuger (D_1 , D_2)
eingeschaltet ist.
39. Anlage nach einem der Ansprüche 36 bis 38,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Dampfturbinensystem (TD) vorgesehen ist, auf dem
mindestens ein Teil des Wasserdampfs zur Erzeugung mechanischer
Energie entspannbar ist.
40. Anlage nach Anspruch 39,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Dampfturbinensystem (TD) mit einem elektrischen Generator
(GD, G) mechanisch gekoppelt ist.
41. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 40,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kathodenraum des Brennstoffzellensystems (FC) mit einer
Frischluftezuführleitung (18) verbunden ist, in die mindestens ein
mit dem Verbrennungsgas beheizbarer Luftvorwärmer (LW , LW_1 , LW_2)
eingeschaltet ist.
42. Anlage nach einem der Ansprüche 39 bis 41,
dadurch gekennzeichnet,
daß an das Dampfturbinensystem (TD) ein mit Unterdruck betreibbarer
Kondensator (C) angeschlossen ist.

43. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 42,
dadurch gekennzeichnet,
daß der oder die Reaktoren für die endotherme Reaktion (R, R_1, R_2)
als Dampfreformer ausgebildet sind.
44. Anlage nach einem der Ansprüche 22 bis 43,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Wärmeaustauscher (W_1) vorgesehen ist, mit dem
Wärme von dem in mindestens einem Reaktor (R, R_1, R_2) erzeugten
 H_2 -reichen Gas auf das mindestens einer Brennkammer (B, B_1, B_2)
zuzuführende H_2 enthaltende Gas indirekt übertragbar ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 91/00781

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl.⁵ H 01 M 8/06 F 02 C 3/28 F 02 C 3/20 F 01 K 23/06

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

Classification System

Classification Symbols

Int. Cl.⁵

H 01 M

F 02 C

F 01 K

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹

Category ¹⁰ Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹² Relevant to Claim No. ¹³

Y

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, No. 154
(E-508) 19 May 1987, & JP,A, 61290665 (HITACHI LTD)
20 December 1986

1,3,16,
19,20,
22,27-
30,33,
39,40,
43

Y

US, A, 3167913 (E. MUHLBERG AND ALL)
2 February 1965, see column 3, line 67 -
column 4, line 51; figure 1

1,3,16,
19,20,
22,27-
30,33,
39,40,
43

./.

* Special categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Δ" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

15 January 1992 (15.01.92)

International Searching Authority

EUROPEAN PATENT OFFICE

Date of Mailing of this International Search Report

12 March 1992 (12.03.92)

Signature of Authorized Officer

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	EP, A, 0170277 (HITACHI LTD) 5 February 1986, see page 7, line 36 - page 11, line 27; figure 1	1,2,10, 11,14, 16,19, 20,22, 29,33,
A	EP, A, 0170277	38-40, 42,43
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, No. 254 (E-533)[2701] 18 August 1987, & JP,A, 62064067 (BABCOCK HITACHI K.K.) 20 March 1987, see abstract	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, No. 271 (E-536)[2718] 3 September 1987, & JP,A, 62 071 172 (CHIYODA CHEM ENG & CONST. CO. LTD) 1 April 1987, see abstract	44
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 12, No. 106 (E-596)[2953] 6 April 1988, & JP,A, 62234871 (HITACHI LTD.) 15 October 1987, see abstract	2
A	EXTENDED ABSTRACTS, vol. 87, No. 2, October 1987, Honolulu, Hawaii; M. Krumpelt et al.: "Systems analysis for high-temperature fuel cells", pages 261-262, see figure 5	2
A	GB, A, 971776 (ESSO RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY) 7 October 1964; see the whole document	2
A	EP, A, 0246649 (HITACHI LTD) 25 November 1987, see column 7, line 34 - column 10, line 15; figures 2,3	1,2,9, 16,19- 22,29, 34,35, 43
A	DE,B, 1178512 (AKTIENGESELLSCHAFT BROWN BROWER & CIE) 24 September 1964, see figure 1	35
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, No. 180 (C-293) 25 July 1985, & JP,A, 60 051 604 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K.K.) 23 March 1985, see abstract	39
A	EP, A, 0267137 (INTERNATIONAL FUEL CELLS CORPORATION) 11 May 1988 see column 3, line 7 - column 4, line 40; figure 1	1,22,25

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 9100781

SA 51649

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 12/02/92. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3167913		None	
EP-A- 0170277	05-02-86	JP-A- 61039459 US-A- 4622275	25-02-86 11-11-86
GB-A- 971776		None	
EP-A- 0246649	25-11-87	JP-A- 62274563 US-A- 4743516	28-11-87 10-05-88
DE-B- 1178512		BE-A- 643903 FR-A- 1384333 GB-A- 1003459 NL-A- 302138 US-A- 3296449	15-06-64
EP-A- 0267137	11-05-88	US-A- 4678723 JP-A- 63128565	07-07-87 01-06-88

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 91/00781

I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGS-GEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.C1.5	H 01 M 8/06	F 02 C 3/28 F 02 C 3/20
F 01 K 23/06		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.C1.5	H 01 M	F 02 C F 01 K
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, no. 154 (E-508) 19. Mai 1987, & JP,A, 61290665 (HITACHI LTD) 20. Dezember 1986	1,3,16, 19,20, 22,27- 30,33, 39,40, 43
Y	US,A,3167913 (E. MUHLBERG AND ALL) 2. Februar 1965, siehe Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 51; Abbildung 1	1,3,16, 19,20, 22,27- 30,33, 39,40, 43
	---	-/-
<p>¹⁰ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
15-01-1992	12.03.92	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des beauftragten Bediensteten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	Katalie Weinberg	

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0170277 (HITACHI LTD) 5. Februar 1986, siehe Seite 7, Zeile 36 - Seite 11, Zeile 27; Abbildung 1 ---	1,2,10, 11,14, 16,19, 20,22, 29,33,
A	EP,A,0170277 ---	38-40, 42,43
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, no. 254 (E-533)[2701] 18. August 1987, & JP,A, 62064067 (BABCOCK HITACHI K.K.) 20. März 1987, siehe Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, no. 271 (E-536)[2718] 3. September 1987, & JP,A,62 071 172 (CHIYODA CHEM ENG & CONST. CO. LTD) 1. April 1987, siehe Zusammenfassung ---	44
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 12, no. 106 (E-596)[2953] 6. April 1988, & JP,A, 62234871 (HITACHI LTD.) 15. Oktober 1987, siehe Zusammenfassung ---	2
A	EXTENDED ABSTRACTS, Bd. 87, Nr. 2, Oktober 1987, Honolulu, Hawaii; M. Krumpelt et al.: "Systems analysis for high-temperature fuel cells", Seiten 261-262, siehe Abbildung 5 ---	2
A	GB,A, 971776 (ESSO RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY) 7. Oktober 1964, siehe das ganze Dokument ---	2
A	EP,A,0246649 (HITACHI LTD) 25. November 1987, siehe Spalte 7, Zeile 34 - Spalte 10, Zeile 15; Abbildungen 2,3 ---	1,2,9, 16,19- 22,29, 34,35, 43
A	DE,B,1178512 (AKTIENGESELLSCHAFT BROWN BROVERI & CIE) 24. September 1964, siehe Abbildung 1 ---	35
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 180 (C-293) 25. Juli 1985, & JP,A,60 051 604 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K.K.) 23. März 1985, siehe Zusammenfassung --- -/-	39

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0267137 (INTERNATIONAL FUEL CELLS CORPORATION) 11. Mai 1988 siehe Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 4, Zeile 40; Abbildung 1 -----	1,22,25

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9100781
SA 51649

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 12/02/92.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

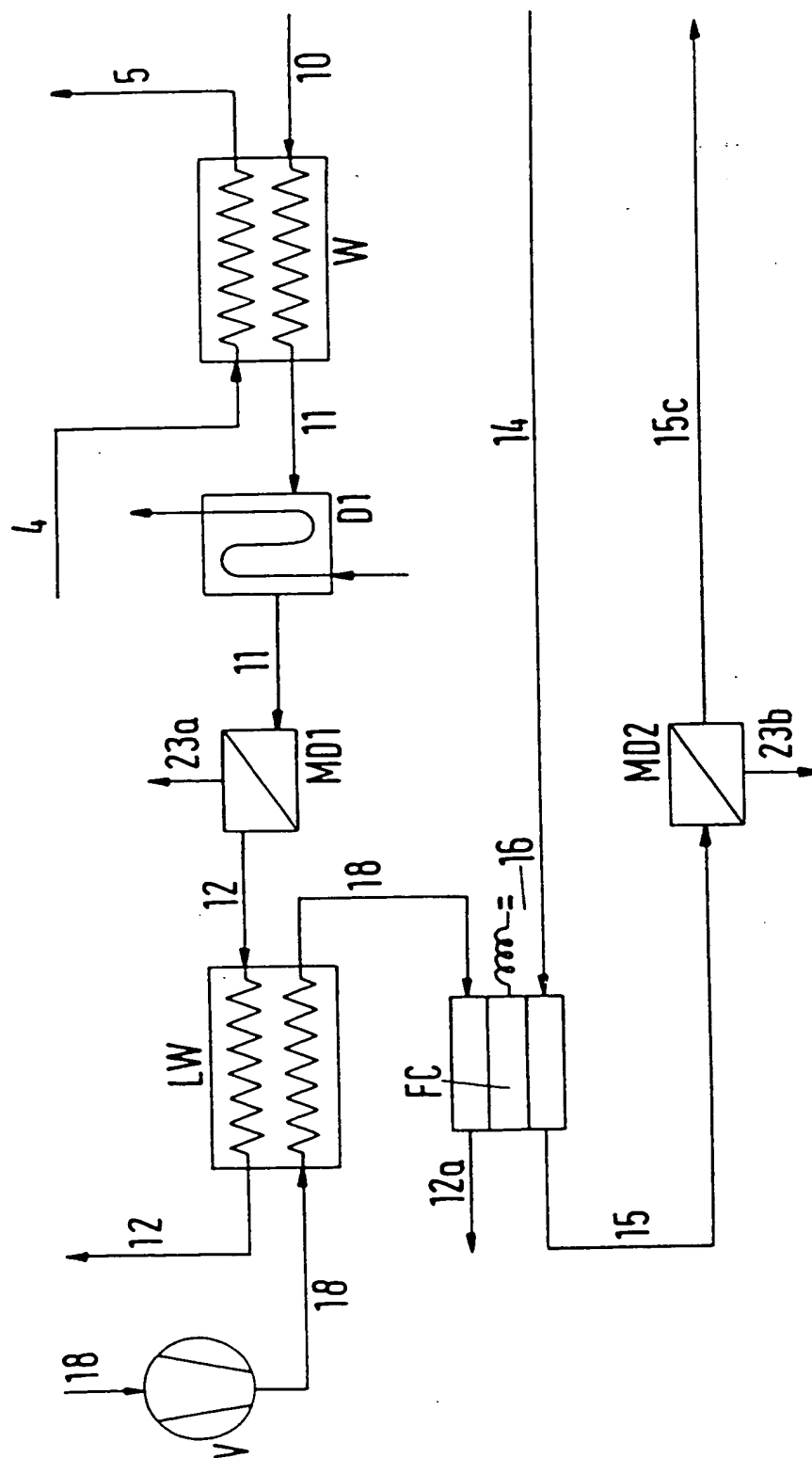
Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3167913		Keine	
EP-A- 0170277	05-02-86	JP-A- 61039459 US-A- 4622275	25-02-86 11-11-86
GB-A- 971776		Keine	
EP-A- 0246649	25-11-87	JP-A- 62274563 US-A- 4743516	28-11-87 10-05-88
DE-B- 1178512		BE-A- 643903 FR-A- 1384333 GB-A- 1003459 NL-A- 302138 US-A- 3296449	15-06-64
EP-A- 0267137	11-05-88	US-A- 4678723 JP-A- 63128565	07-07-87 01-06-88

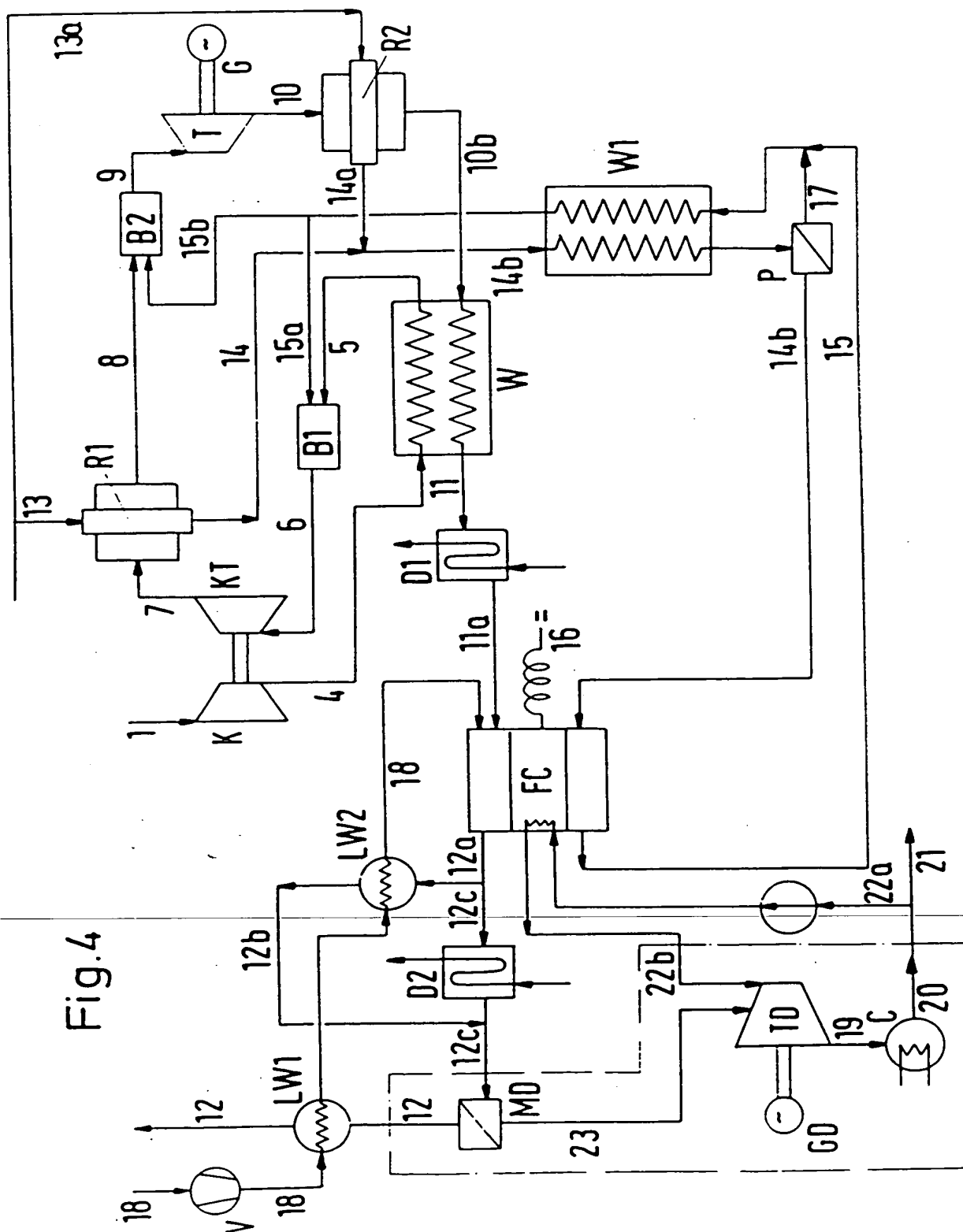
EPO FORM 1003

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

4/4

Fig.5





2/4

Fig.3

